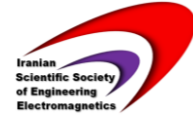


1928  
K N Toosi University of Technology  
Faculty of Electrical Engineering  
Center of Excellence in Computation  
and Characterization of Devices and  
Subsystems

The Second Iranian Conference on  
Engineering Electromagnetics  
(ICEEM 2014),  
Jan. 8-9, 2014



## Effect of the Non-Thermal Argon Plasma Irradiation on Decolorization of Methyl Orange Solution

Ziba Matinzadeh <sup>1\*</sup>, Farhad Shahgoli <sup>2</sup>, Hamed Abbasi <sup>3</sup>, and Mohammad Kazem Salem <sup>1</sup>,  
Mahmood Ghoranneviss <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Plasma Physics Research Center, Science and Research Branch, Islamic Azad University,  
Tehran, Iran

<sup>2</sup> Department of Energy Engineering and Physics, Amirkabir University of Technology,  
Tehran, Iran

<sup>3</sup> Department of Photonics, Faculty of Physics, University of Kashan, Kashan, Iran

\*Corresponding author: [ziba.matinzadeh@gmail.com](mailto:ziba.matinzadeh@gmail.com)

**ABSTRACT**— The aim of this paper is decolorization of a Methyl orange solution using an atmospheric pressure Argon plasma jet. When the plasma jet was directly irradiated onto a Methyl orange solution, the solution was decolorized. PH and absorbance of samples were measured before and after irradiation with various durations. Thus, non-thermal plasma jet irradiation is considered to be

capable of decomposing, and can also be used for water purification.

**KEYWORDS:** Argon plasma, Decolorization, PH, Methyl orange.

DOI: [10.5281/zenodo.3928608](https://doi.org/10.5281/zenodo.3928608)

# تاثیر تابش پلاسمای غیر حرارتی آرگون بر رنگ زدایی محلول متیل اورانژ

زیبا متین زاده<sup>۱\*</sup>، فرهاد شهگلی<sup>۲</sup>، حامد عباسی<sup>۳</sup>، محمد کاظم سالم<sup>۱</sup>، محمود قرآن نویس<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> مرکز تحقیقات فیزیک پلاسما، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

<sup>۲</sup> گروه فیزیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

<sup>۳</sup> گروه فوتونیک، دانشکده فیزیک، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

\*رایانامه نویسنده مسئول: [ziba.matinzadeh@gmail.com](mailto:ziba.matinzadeh@gmail.com)

آب استفاده می شود. یکی از مهمترین این فناوری‌ها استفاده از فناوری تخلیه الکتریکی و پلاسما است. مطالعاتی درباره ی اثر پلاسمای سرد فشار اتمسفری برای تجزیه ی ترکیبات آلی در آب گزارش شده اند. انواع مختلفی از ساختارهای متفاوت برای تولید پلاسمای سرد در فشار اتمسفر توسعه یافته و مورد بررسی قرار گرفته اند [۱-۲]. از دلایل مهم مورد توجه قرار گرفتن جت های پلاسمای سرد فشار اتمسفری می توان به قیمت مناسب، قابل حمل بودن، دمای پایین و راه اندازی آسان اشاره نمود. از پلاسمای سرد فشار اتمسفری استفاده های زیادی در علوم مختلف به عمل آمده است [۱۱-۳]. فهرستی از انواع ساختارهای تولید پلاسمای غیر حرارتی در فشار اتمسفر را می توان یافت [۱۲]. در این مقاله میزان

چکیده: هدف اصلی این مقاله بررسی رنگ زدایی محلول متیل اورانژ توسط تابش پلاسمای غیر حرارتی آرگون در فشار اتمسفر است. محلول متیل اورانژ توسط یک جت پلاسمای سرد مورد تابش قرار گرفت. میزان PH و طیف جذبی نمونه ها قبل از تابش و پس از تابش با زمان های گوناگون، اندازه گیری شدند. نتایج نشان دهنده توانایی تابش پلاسمای آرگون در شکستن پیوند های محلول متیل اورانژ هستند.

کلیدواژه: پلاسمای آرگون، رنگ زدایی، PH، متیل اورانژ.

## ۱- مقدمه

پژوهش درباره تصفیه آب و محلول های آبی از مهمترین پژوهش های روز دنیا به حساب می آیند. از فناوری های گوناگونی برای تجزیه ی ترکیبات آلی در

جذب و PH محلول متیل اورانژ پس از تابش پلاسمای غیر حرارتی آرگون در فشار اتمسفر با مدت زمان های تابش متفاوت بررسی شده است. میزان جذب و میزان PH محلول ها از عوامل مهم نشان دهنده خصوصیات محلول ها از جمله مرگ و میر باکتری ها در محلول ها هستند [۱۳]. گزارش هایی در مورد رنگ زدایی محلول های دیگر با استفاده از فناوری تابش پلاسمایی نیز ارائه شده است [۱۴-۱۷].

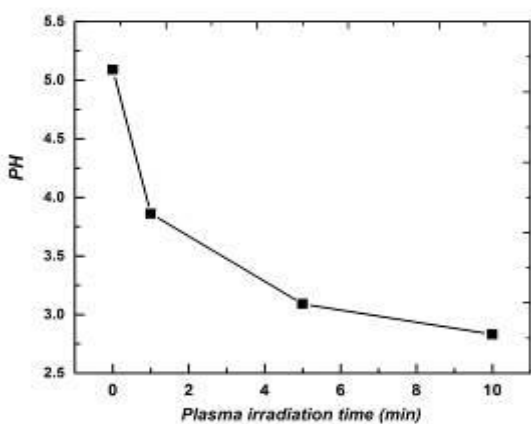
## ۲- تهیه محلول

متیل اورانژ یک ترکیب شیمیایی با فرمول شیمیایی  $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$  است. جرم مولی آن  $327/33$  g/mol است. از این ماده به عنوان یک شناساگر PH قوی استفاده می شود. با تغییر PH محلول رنگ محلول حاوی متیل اورانژ نیز تغییر می کند. این محلول با غلظت  $10$  mg/L از حل کردن پودر این ماده در آب مقطر تهیه شد.

## ۳- انجام آزمایش

برای ایجاد تابش پلاسمای بر محلول از دستگاه مولد جت پلاسمای سرد آرگون استفاده شده است. این تابش در فشار اتمسفر بر روی سطح محلول تابانده شده است. از آرگون آزمایشگاهی خالص با درصد خلوص ۹۹.۹۹۹٪ به عنوان گاز پلاسمای شونده استفاده شده است. میزان شارش گاز آرگون  $5$  lit/min انتخاب شده است. برای ساخت دستگاه مولد پلاسمای از یک لوله شیشه ای از جنس کوارتز به طول  $70$  mm قطر داخلی  $9$  mm و قطر خارجی  $14$  mm استفاده شده است. از یک لوله مسی نیز به عنوان الکترود تخلیه

استفاده شده است. طول این الکترود مسی  $5$  mm، قطر داخلی آن  $7$  mm و قطر خارجی آن  $8/8$  mm است. از یک الکترود مسی دیگر به طول  $5$  mm، قطر داخلی  $14/1$  mm و قطر خارجی  $15/5$  mm به عنوان الکترود ثانویه (الکترود زمین) استفاده شده است. با اعمال یک اختلاف پتانسیل بالا با جریان متناوب تخلیه سد دی الکتریک در شیشه بین دو الکترود ایجاد می شود و الکترون های گاز وارد شده برانگیخته شده و تشکیل پلاسمای می دهند. از یک منبع سینوسی با فرکانس  $23$  kHz و اختلاف پتانسیل  $5/4$  kV به عنوان منبع تغذیه سامانه استفاده شده است. فاصله بین سطح محلول داخل ظرف و انتهای لوله شیشه ای دستگاه مولد پلاسمای  $15$  mm انتخاب شده است. زمان های تابش  $1$ ،  $5$  و  $10$  دقیقه انتخاب شدند. میزان PH آب قبل از تابش پلاسمای و همچنین پس از زمان های مختلف تابش پلاسمای بر سطح محلول با استفاده از دستگاه PH متر (metrohm744) اندازه گیری شده است. شکل ۱ نشان دهنده تغییر PH محلول قبل و پس از زمان های مختلف تابش است.



شکل ۱. تغییر PH محلول متیل اورانژ قبل از تابش و پس از زمان های مختلف تابش.

کاهش میزان PH و کاهش میزان جذب نمونه ها در شکل ها به خوبی مشخص است. تغییر میزان PH محلول ها و همچنین تغییر میزان جذب نشان دهنده تاثیر تابش پلاسما بر ساختار محلول ها است. شکل های ۴ و ۵ به ترتیب نشان دهنده محلول ها در ظرف آزمایشی و پس از انتقال به لوله آزمایشگاهی هستند. در هر دو شکل ظرف سمت چپ نشان دهنده محلول پیش از انجام فرایند تابش بوده و ظرف های بعدی از سمت چپ تا انتها به ترتیب مربوط به محلول ها با ۱، ۵ و ۱۰ دقیقه تابش پلاسمای آرگون هستند.

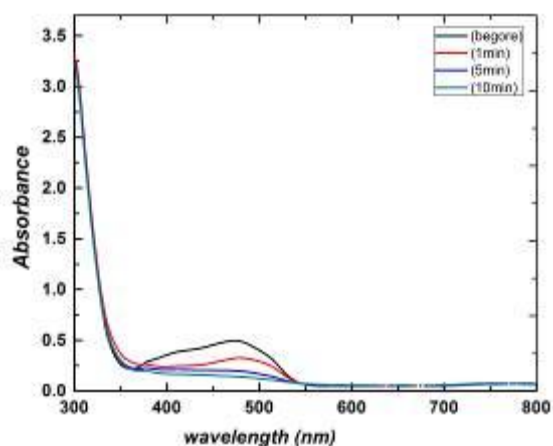


شکل ۴. محلول ها در ظرف آزمایشی.



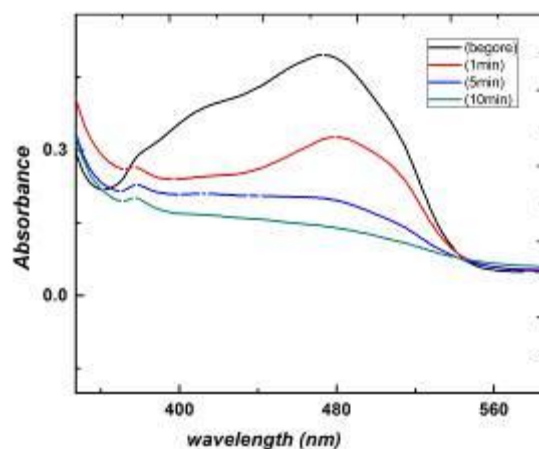
شکل ۵. محلول ها در لوله آزمایشگاهی.

طیف جذبی محلول نیز قبل و پس از زمان های مختلف تابش با استفاده از دستگاه طیف سنج (hachDR500) اندازه گیری شده است. شکل ۲ نشان دهنده میزان جذب نمونه ها است. محور عمودی واحد اختیاری و محور افقی طول موج است.



شکل ۲. میزان جذب نمونه ها قبل از تابش و پس از زمان های مختلف تابش.

بیشترین تغییرات در میزان جذب در بین تمامی نمونه ها در میانه طیف مرئی رخ داده است. شکل ۳ طیف جذبی را در این ناحیه نشان می دهد.



شکل ۳. میزان جذب نمونه ها در میانه طیف مرئی.

## ۴- بحث و نتیجه گیری

همان گونه که در شکل ۱ مشخص است میزان PH محلول متیل اورانژ پس از تابش پلاسما کاهش یافته است. از آنجایی که که تغییر میزان PH محلول متیل اورانژ به منزله تغییر در ترکیب این محلول در آب است بنابراین مشخص می شود که تابش پلاسما آرگون توانسته محلول متیل اورانژ را رنگ زدایی کند. از طرف دیگر شکل های ۲ و ۳ نشان دهنده کاهش میزان جذب محلول پس از تابش یون های آرگون هستند که این مسئله نیز تاکید دیگری بر شکسته شدن پیوند های محلول پس از تابش پلاسما غیر حرارتی آرگون را دارد. از تابش یون های پلاسما می توان برای تصفیه محلول های آبی و شکستن بسیاری از پیوند ها استفاده کرد.

## مرجع ها

[۱] صحبت زاده، فرشاد؛ میرزا نژاد، سعید؛ طالب زاده، مهسا؛ حاجی احمدی، سمیرا؛ قاسمی، مائده؛ «بیناب نمایی شعله ی پلاسما سرد فشار اتمسفری» دومین همایش ملی مهندسی اپتیک و لیزر ایران، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۲۸ و ۲۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۰.

[۲] متین زاده، زیبا؛ شهگلی، فرهاد؛ عباسی، حامد؛ قرآن نویس، محمود؛ سالم، محمد کاظم؛ «مطالعه ای تجربی درباره ی برخی از خواص آب مقطر پس از تابش پلاسما آرگون فشار اتمسفری» اولین کنفرانس مهندسی و فیزیک پلاسما، دانشگاه شهید بهشتی، ۱ و ۲ خرداد ماه ۱۳۹۲.

[۳] میرپور، شهریار؛ پیروزمند، سمیه؛ نیک خواه، مریم؛ قمی، حمیدرضا؛ «بررسی اثر پلاسما ی غیر حرارتی فشار اتمسفری بر روی مرگ و میر سلول سرطانی و سالم» اولین کنفرانس مهندسی و فیزیک پلاسما، دانشگاه شهید بهشتی، ۱ و ۲ خرداد ماه ۱۳۹۲.

[۴] T. Yuji, H. Kawano, S. Kanazawa, T. Ohkubo, and H. Akatsuka, *IEEE Trans. Plasma Sci.* **36**, 976, 2008.

[۵] N.M.-Bourdet, M. Laroussi, A. Begum, and E. Karakas, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, **42**, 055207, 2009.

[۶] Z. Xiong, X. Lu, Y. Xian, Z. Jiang, and Y. Pan, *J. Appl. Phys.*, **108**, 103303, 2010.

[۷] Y. Xian, X. Lu, Z. Tang, Q. Xiong, W. Gong, D. Liu, Z. Jiang, and Y. Pan, *J. Appl. Phys.*, **107**, 063308, 2010.

[۸] M. Teschke, J. Kedzierski, E.G. Finantu-Dinu, D. Korzec, and J. Engemann, *IEEE Trans. Plasma Sci.* **33**, 310, 2005.

[۹] C. Tendero, C. Tixier, P. Tristant, J. Desmaison, and P. Leprince, *Spectrochim. Acta Part B*, **61**, 2, 2006.

[۱۰] S. Ikawa, K. Kitano, and S. Hamaguchi, *Plasma Process Polym.*, **7**, 33, 2010.

[۱۱] S. Kanazawa, T. Iwao, S. Akamine and R. Ichiki, *J. J. Appl Phys.* **50**, 08KA04, 2011.

[۱۲] Nehra, V., Kumar, A., Dwivedi, H. K.; "Atmospheric non thermal plasma sources"; *International Journal of Engineering*, Vol. **2**; Issue 1, 2008.

[۱۳] Ikawa, Satoshi; Kitano, Katsuhisa; Hamaguchi, Satoshi; "Effects of pH on Bacterial Inactivation in Aqueous Solutions

due to Low-Temperature Atmospheric Pressure Plasma Application” *Plasma Process. Polym.*, Vol **7**,pp 33–42, 2010.

[<sup>14</sup>] Kuwahata, Hiroshi, Kimura, Kenji, Ohyama, Ryu-ichiro; “Decolorization of Methylene Blue Aqueous Solution by Atmospheric-Pressure Plasma Jet” ;*e-J. Surf. Sci. Nanotech.* Vol. **8**, pp. 381-383, 2010.

[<sup>15</sup>] Huang, Fangmin; Chen, Li; Wang, Honglin, Yan, Zongcheng; “Analysis of the degradation mechanism of methylene blue by atmospheric pressure dielectric barrier discharge plasma” *Chemical Engineering Journal*, Vol. **162** ,pp. 250–256, 2010.

[<sup>16</sup>] Miyamoto, Ippei; Onishi, Shingo; Kuramoto, Makoto; “Effect of the Temperature of Water on the Degradation of Methylene Blue by the Generation of Radio Frequency Plasma in Water” *J. Plasma Fusion Res. SERIES*, Vol. **8**, pp. 627-631, 2009.

[<sup>17</sup>] Chen, Guangliang; Zhou, Mingyan; Chen, Shihua, Chen, Wenxing; “The different effects of oxygen and air DBD plasma byproducts on the degradation of methyl violet 5BN” *Journal of Hazardous Material*, Vol. **172**, pp. 786–79, 2009.